



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 33 691 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 L 1/12
G 01 B 11/26
G 12 B 17/00

②1 Akt nzeichen: P 42 33 691.0
②2 Anmeldetag: 4. 10. 92
④3 Offenlegungstag: 7. 4. 94

DE 42 33 691 A 1

⑦1 Anmelder:
Richter, Sören, 1000 Berlin, DE

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Magnetoelastisch-optischer Kraftaufnehmer**

⑤7 Bei der beschriebenen Vorrichtung handelt es sich um einen magnetoelastisch-optischen Kraftaufnehmer, bestehend aus einem ferromagnetischen, eine deutliche inverse Magnetostriktion zeigenden Detektorstab, vor dessen einem Ende eine Magnetnadel aufgehängt ist, die von einer kreisscheibenförmigen, drehbaren Schablone mit einer diese kennzeichnenden Fläche von der Form der Nadel überlagert wird. Der Kraftaufnehmer verfügt weiter über einen fotoelektrischen Sensor resp. einen Anschluß für einen solchen, der es ermöglicht, das die Baugruppe aus Nadel und Schablone passierende Licht zu registrieren und durch Drehen der Schablone auf ein Extremum einzuregeln. Damit wird die Kraftmessung auf eine optische Winkelmessung zurückgeführt, die hohe Genauigkeit besitzt. Der fotoelektrische Sensor zum Einstellen einer Magnetnadelstellung entsprechenden Winkels kann wie ein Winkeldekoder am Schablonenring ein elektrisches Ausgangssignal für automatische Kraftmessung liefern. Dazu steuert ein dem fotoelektrischen Sensor nachgeschaltetes Stellglied die optimale Schablonenstellung, deren Winkel als Meßsignal dekodiert wird. Der Kraftmesser ist durch Myometall magnetisch abgeschirmt.

DE 42 33 691 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 94 408 014/373

2/41

Beschreibung

Bei der Erfindung handelt es sich um einen Kraftaufnehmer, der auf dem zur Magnetostraktion inversen Effekt einer Magnetisierungsänderung eines ferromagnetischen Körpers unter Druck (resp. Zug) beruht (Villari-Effekt II). Er führt eine Kraftmessung über magnetoelastisch bedingte Magnetisierungsänderung auf eine optische Winkelmessung zurück.

Neben federmechanischen und piezoelektrischen Kraftaufnehmern existieren bereits magnetoelastische Kraftaufnehmer, die eine durch Magnetoelastizität bedingte Permeabilitätsänderung eines ferromagnetischen Druckkörpers über elektrische Induktivitätsmessung nachzuweisen gestatten. Zwar sind diese Kraftaufnehmer mechanisch äußerst einfach aufgebaut und für robuste Betriebsmessungen geeignet, ihre Induktivitätsmessung ist jedoch weit ungenauer als optische Winkelmessungen sein können. Sie benötigen in jedem Fall eine elektrische Versorgung.

Mit der eingangs genannten Erfindung soll eine Kraftmessung über den invers-magnetostruktiven Effekt (Villari II - Effekt) einer Magnetisierungsänderung eines ferromagnetischen, elastisch deformierbaren Detektorstabes auf eine optische Winkelmessung zurückgeführt werden, die mit hoher Genauigkeit ausgeführt wird.

Die Magnetfeldmessung über optische Winkelmessung kann geschehen durch Messung der Lichtdurchlässigkeit einer Baugruppe aus Magnetnadel und einer diese überlagernden drehbaren Schablonenscheibe, die von einer lichten Fläche mit der Form der Nadel gekennzeichnet ist. Der die Lichtdurchlässigkeit der Baugruppe erfassende fotoelektrische Sensor steuert einen Drehgeber an, der die Schablone solange dreht, bis das absolute Minimum an Transmission der Baugruppe gemessen wird. Dann befinden sich Magnetnadel und lichte Fläche der Schablone in Deckung. Ein weiteres Ausführungsbeispiel gäbe die Maximum-Messung in Transmission oder auch Reflexion. Die Extremum-Methode könnte sich auch einer Hilfsabbildung bedienen, die das Bild der Nadel und die Schablone überlagert. Hat die Schablone die optimale Deckung mit der Nadel, kann ein Winkeldecoder am Schablonenring ein elektrisches Ausgangssignal liefern, das in Kräfteinheiten kalibrierbar ist. Die Zuordnung von Kraft zu Winkel ist eindeutig, wenn die Hysterese der Magnetisierung des Detektorstabes eine zu vernachlässigende Fläche beinhaltet, was z. B. bei Nickel durch eine Folge von Kompressionen mit jeweils nachfolgender magnetischer Umpolung zu erreichen ist. Nach einer solchen Vorbehandlung ist die Druckmagnetisierung dann nicht mehr remanent. Zur Abschirmung äußerer magnetischer Störfelder sollte der magnetoelastisch-optische Druckaufnehmer in hochpermeables Mymetall eingekapselt sein. Der Mantel wird nur von notwendigen Durchführungen wie der Detektorstabdurchführung durchbrochen.

Patentansprüche

Magnetoelastisch-optischer Kraftaufnehmer, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) die Kraftmessung über magnetoelastisch bedingte Magnetisierungsänderung eines mechanisch auf Spannung belasteten Detektorstabes erfolgt, dessen Verhalten hinsichtlich Magnetisierungsänderung hervorgerufen durch mechanische Spannung über Vorbe-

handlung, etwa eine Folge von Kompressions-Umpolungszyklen, optimiert wurde,

- b) die magnetische Feldänderung des Detektorstabes magnetomechanisch auf eine optoelektrische Messung zurückgeführt wird. Ungenauigkeiten, mit denen die Induktivitätsmessung beim bekannten magnetoelastisch-induktiven Kraftaufnehmer behaftet ist, entfallen. Nicht die magnetoelastische Permeabilitätsänderung, sondern die spannungselastisch bedingte Änderung der Magnetisierung wird quasistatisch zur Kraftmessung herangezogen und mit hoher Präzision magnetomechanisch-optoelektrisch umgesetzt. Weiter ist kennzeichnend, daß

- c) die magnetoelastisch-magnetomechanisch-optoelektrische Kraftmessung vollständig automatisch und sehr genau erfolgen kann, z. B. beim Wägen schwerer Maschinen, und der Kraftaufnehmer magnetisch und elektrisch abgeschirmt sowie als kompakte Einheit zu fertigen ist.

2. Kraftaufnehmer nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

- a) eine Vorrichtung zum magnetomechanischen Umsetzen einer axial auf den als Meßfühler fungierenden magnetoelastischen Detektorstab wirkenden Spannung in eine Drehbewegung einer Magnetnadel,

- b) eine sich mit der Magnetnadel, bei Hilfsabbildung deren Bild, überlagernde drehbar Schablone, die in der Regel so ausgeführt wird, daß sie flach und bis auf eine lichte Fläche mit der Form der Nadel lichtundurchlässig ist. Bei einer Messung wird dann die lichte Fläche mit der Nadel in Deckung gebracht, bis das die Baugruppe aus Nadel und Schablone passierende Licht ein Extremum (Minimum) annimmt. Ein mit dem Schablonenring verbundener Winkeldecoder kann ein elektrisches Ausgangssignal liefern, das in Kräfteinheiten kalibrierbar ist. Der Schablonenring kann mittels Drehgeber mit der Nadel in Deckung gebracht werden. Zudem ist der Kraftaufnehmer nach 2.a), b) gekennzeichnet durch

- c) die Eigenschaft, daß die Steuerimpulse für den Drehgeber in Abhängigkeit von der Lichtdurchlässigkeit der Baugruppe aus Magnetnadel und drehbarer Schablonenscheibe von einem fotoelektrischen Sensor geliefert werden, der solange zu einer Drehung der Schablone Anlaß gibt, bis ein Extremum (Minimum) an Durchlässigkeit erreicht ist. Sodann ist die Winkelstellung des Schablonenringes ein Maß für die auf den Kraftaufnehmer wirkende Kraft. Schließlich ist der Kraftaufnehmer gekennzeichnet durch

- d) eine Verkapselung der magnetoelastisch-magnetomechanisch-optischen Baugruppe aus hochpermeablem Mymetall, die nur von notwendigen Durchführungen durchbrochen wird.